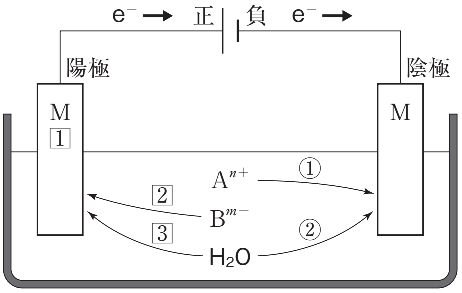
# 第45講

## 3　電気分解

　自発的に反応が起こらない酸化還元反応を，電池を利用して強制的に進めていくのが電気分解である。
電池の負極から流れてくる電子と反応するのは何なのか，電池の正極に流れる電子を放出したのは何なのか，を考えながら，各極で起こる変化をとらえていこう。

### (1)　各極の反応




陰極：電池の負極につないだ電極。
電池から放出される電子を受け取り，次のような還元反応が起こる。
①一般にイオン化傾向がZnより小さい金属（重金属）の陽イオンが還元され，金属の単体が生成する。
例：$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$
②水素イオンや水が還元され，気体の水素が発生する。
例：$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$
$2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2OH^-$

陽極：電池の正極につないだ電極。
電池へ電子を送り込むため，次のような酸化反応が起こる。
1電極（Pt，Au，C以外）が酸化され，陽イオンに変わる。
例：$Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$
2ハロゲン化物イオンが酸化され，ハロゲンの単体が生成する。
例：$2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$
3水酸化物イオンや水が酸化され，気体の酸素が発生する。
例：$4OH^- \longrightarrow O_2 + 2H_2O + 4e^-$
$2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$


©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第45講　演習問題

5

〔Ⅱ〕 次の文章を読んで，問１～問５に答えよ。必要があれば，原子量はＨ＝1.0，Ｃ＝12，Ｏ＝16，気体定数$R=8.3\times10^3$ Pa･L/(K･mol)，ファラデー定数$F=9.7\times10^4$ C/mol，生成熱(25℃，$1.013\times10^5$ Pa)は$CH_4$(気)＝75kJ/mol，$H_2O$(気)＝242kJ/mol，CO(気)＝111kJ/mol，$CO_2$(気)＝394kJ/molを用いよ。

酸素と水素の酸化還元反応により，化学エネルギーを直接電気エネルギーに変える酸素・水素燃料電池が使われはじめている。水素は保管や運搬に不便なので，適当な炭化水素やアルコールから水素を作り，空気中の酸素と反応させて電気を得ることが多い。炭化水素やアルコールから水素を作る反応を改質反応といい，オクタンやエタノールなどを水蒸気と反応させ，水素と二酸化炭素を得る。

電池を含む回路では，電池外部の導線を電子が流れ，電池内部をイオンが移動する。このイオンを担体といい，水溶液を電解質とする燃料電池では，水素イオンと水酸化物イオンが担体となる。水素イオンが担体であるときの各電極での反応は，イオン反応式①，②で表すことができる。

正極での反応：$O_2 + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$　……①

負極での反応：$H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^-$　……②

正極で酸素が還元され，負極で水素が酸化されることは，担体の種類にかかわらず同じである。

問１　下線部のオクタンおよびエタノールから水素を得る改質反応を化学反応式で書け。

問２　水酸化物イオンを担体とする酸素・水素燃料電池の各電極での反応をイオン反応式で書け。ただし，電子を$e^-$で表せ。

問３　天然ガスの主成分であるメタンの改質反応は２段階の反応ですすみ，熱化学方程式③，④で表すことができる。⑴および⑵に答えよ。

$CH_4$(気)＋$H_2O$(気)＝$3H_2$(気)＋CO(気)＋$Q_1$(kJ)　……③

CO(気)＋$H_2O$(気)＝$H_2$(気)＋$CO_2$(気)＋$Q_2$(kJ)　……④

⑴　各段階の反応熱$Q_1$(kJ)，$Q_2$(kJ)と全反応の反応熱$Q_T$(kJ)の値を整数値で求めよ。

⑵　メタンから水素と二酸化炭素を得る改質反応を続けるためには，加熱または冷却のどちらを続けることが必要かを答えよ。

問４　エタノールを改質反応に用いる燃料電池において，エタノール1.0kgから得られる最大の電気量を有効数字2桁で求めよ。

問５　ガソリンの改質反応により得られる水素を用い，燃料電池の電気エネルギーを自動車の駆動に用いる試みがある。ガソリンはオクタンのみからなるとし，このガソリン57Lを改質させたとき，生成する水素ガスの体積は27℃，$1.0\times10^5$ Paで何Lか，有効数字2桁で求めよ。ただし，オクタンの密度を0.70kg/Lとし，改質反応は下線部のオクタンの反応を用いるものとする。水素は理想気体とみなしてよい。



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

6

〔Ⅰ〕 次の各電気分解において，陽極と陰極で起こる化学変化を反応式で記せ。

① 希硫酸　(＋)Pt　(－)Pt

② 水酸化ナトリウム水溶液　(＋)Pt　(－)Pt

③ 硫酸銅水溶液　(＋)Cu　(－)Cu

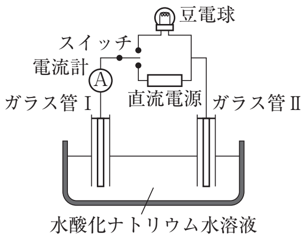
④ 塩化ナトリウム水溶液　(＋)C　(－)Fe



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第45講　確認テスト

**1**　次の文章を読み，問１～５に答えよ。ただし，ファラデー定数は$F = 9.65 \times 10^4$ C/molとする。




右図のように，0.10 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液100 mLが入ったビーカーおよびガラス管Ⅰ，Ⅱがある。ガラス管Ⅰ，Ⅱには白金電極が入っており，スイッチにより，直流電源または豆電球を接続できるようになっている。

操作１　スイッチを直流電源側に接続し，水酸化ナトリウム水溶液を電気分解した。電流を３分13秒間流したとき，ガラス管Ⅰには酸素が0.0050 mol，ガラス管Ⅱには［A］が［B］molたまった。また，この操作では，直流電源の正極はガラス管［C］側に接続されていた。

操作２　次に，スイッチを豆電球側に接続すると，豆電球が光った。このとき，ガラス管Ⅰ側が［D］極，ガラス管Ⅱ側が［E］極になり，装置全体としては，次にような反応が起こった。

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$$

このように，燃料の燃焼反応によって生じるエネルギーを電気エネルギーに変換する装置を燃料電池とよぶ。

問１　文中の［A］，［C］にあてはまる語句・ローマ数字の正しい組み合わせを，右の表㋐～㋓から一つ選べ。

| | A | C |
|---|---|---|
| ㋐ | 水素 | Ⅰ |
| ㋑ | 水素 | Ⅱ |
| ㋒ | オゾン | Ⅰ |
| ㋓ | オゾン | Ⅱ |

問２　文中の［B］にあてはまる値として，最も適当なものを次の㋐～㋓から一つ選べ。

㋐　0.00125　　㋑　0.0025　　㋒　0.0050　　㋓　0.010

問３　操作１において，流れた電流の平均値は何A(アンペア)であったか。最も適当なものを次の㋐～㋓から一つ選べ。

㋐　2.5A　　㋑　5.0A　　㋒　7.5A　　㋓　10A

問４　文中の［D］，［E］にあてはまる語句の正しい組み合わせを，右の表㋐～㋓から一つ選べ。

| | D | E |
|---|---|---|
| ㋐ | 正 | 負 |
| ㋑ | 負 | 正 |
| ㋒ | 陽 | 陰 |
| ㋓ | 陰 | 陽 |



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問5　ある燃料電池を放電させたところ，0.10 mol の水素が消費された。

(1)　このとき流れた電気量は何C(クーロン)か。最も適当なものを次の㋐～㋓から一つ選べ。

㋐　$2.4 \times 10^3$ C　　㋑　$4.8 \times 10^3$ C　　㋒　$9.7 \times 10^3$ C　　㋓　$1.9 \times 10^4$ C

(2)　この燃料電池の電圧は1.0 V であった。この燃料電池において，次のような水素の燃焼反応

$$H_2(気) + \frac{1}{2}O_2(気) = H_2O(液) + 286\,\mathrm{kJ}$$

によって生じるエネルギーのうち，何％が電気エネルギーに変換できたことになるか。最も適当なものを次の㋐～㋓から一つ選べ。ただし，電気エネルギー(J)は，流れた電気量(C)と電圧(V)の積で表される。

㋐　17％　　㋑　34％　　㋒　51％　　㋓　67％



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第45講　演習問題

5

〔Ⅱ〕 問1　$C_8H_{18} + 16H_2O \longrightarrow 8CO_2 + 25H_2$　　$C_2H_5OH + 3H_2O \longrightarrow 2CO_2 + 6H_2$

問2　(＋) $O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$　　(－) $H_2 + 2OH^- \longrightarrow 2H_2O + 2e^-$

問3　(1)　$Q_1$：$-206$ kJ　　$Q_2$：41 kJ　　$Q_T$：$-165$ kJ

(2)　加熱

問4　$2.5 \times 10^7$ C

問5　$2.2 \times 10^5$ L

6

〔Ⅰ〕 ①　(＋) $2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$　　(－) $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

②　(＋) $4OH^- \longrightarrow O_2 + 2H_2O + 4e^-$　　(－) $2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2OH^-$

③　(＋) $Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$　　(－) $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$

④　(＋) $2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$　　(－) $2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2OH^-$

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第45講　確認テスト

1　問１　㋐　問２　㋓　問３　㋓　問４　㋐　問５　(1)　㋓　(2)　㋓

【解説】

1　問１　陽極　$4OH^- \longrightarrow O_2 + 2H_2O + 4e^-$　陰極　$2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2OH^-$

問２　問１の反応式より，ガラス管Ⅱには水素が酸素の２倍発生する。

問３　$x$アンペアの電流が流れたとすると，酸素に関して，

$$\frac{x \times 193}{96500} \times \frac{1}{4} = 0.005$$

$$x = \boxed{10}\,\mathrm{A}$$

問４　水素が反応するのが負極，酸素が反応するのが正極である。

問５　(1)　水素の２倍の物質量の電子が流れるため，

$0.10 \times 2 \times 96500 = \boxed{1.93 \times 10^4}\,\mathrm{C}$

(2)　$\dfrac{1.93 \times 10^4 \times 1.0}{0.10 \times 286 \times 10^3} \times 100 = \boxed{67.4}\,\%$

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。